

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-331291

(43)Date of publication of application : 22.12.1997

(51)Int.Cl. H04B 7/26
H04B 1/04

(21)Application number : 08-284928 (71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD
TOHO DENSHI KK

(22)Date of filing : 28.10.1996 (72)Inventor : KORO KENJI
TAKAYANAGI TATSUO

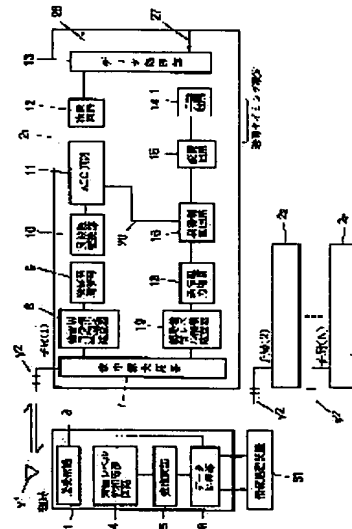
(30)Priority

Priority number : 08 88053 Priority date : 10.04.1996 Priority country : JP

(54) RADIO COMMUNICATION SYSTEM AND RADIO COMMUNICATION EQUIPMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a radio communication system which can be improved in communication throughput.
SOLUTION: A master station 1 transmits synchronizing signals and clocks and the AGC(automatic gain control) circuit 11 of each slave stations 21 to 2n generates an AGC voltage which instructs gain adjustment so that the level of received signals which are supplied front a frequency converting section 10 and converted into an intermediate frequency can become constant and adjusts the level of the received signals based on the voltage. The data processing circuit 13 of each slave station 21 to 2n sends data to the master station 1 with the sending timing corresponding to the identification number of its own station based on the synchronous signal and clock contained in the received signals and the gain control circuit 16 of each slave station 21 to 2n adjusts the transmission power based on the AGC voltage.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.06.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Best Available Copy

【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つの親局と、複数の子局とを備える無線通信システムであって、上記子局は、フェージングによる減衰量を検出するフェージング量検出手段と、該フェージング量検出手段により検出したフェージング量に応じて連続的又は略連続的に送信電力を制御する送信電力制御手段とを備えることを特徴とする無線通信システム。

【請求項2】 上記親局は、上記各子局から送信された送信信号の受信レベルを検出する受信レベル検出手段と、該受信レベル検出手段により検出した各子局の送信信号の受信レベルを予め定められた標準値と比較し、長時間に亘る各子局からの送信信号の受信レベルの平均的な変動量を求め、この変動量に応じて各子局の送信電力を補正するための補正量を求め、求めた各子局の送信電力の補正量を対応する子局に送信する送信電力補正量送信手段とを備え、上記子局は、自局に対する上記親局からの送信電力の補正量に基づいて送信電力の補正を行う送信電力補正手段を備えることを特徴とする請求項1記載の無線通信システム。

【請求項3】 上記子局は、上記フェージング量検出手段により検出したフェージング量が予め定められた閾値より大きいときに、送信を停止する送信停止制御手段を備えることを特徴とする請求項1又は2に記載の無線通信システム。

【請求項4】 上記子局は、上記フェージング量検出手段及び送信電力制御手段として、受信信号の受信レベルを検出し、該検出した受信レベルに応じて受信信号のレベルを所定のレベルとするためのレベル調整量を求め、該求めたレベル調整量に基づいて受信信号のレベルを調整すると共に、上記レベル調整量に基づいて送信電力を制御する自動利得制御手段を備えることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の無線通信システム。

【請求項5】 上記親局は、各子局からの送信信号の受信タイミングを検出する受信タイミング検出手段と、該受信タイミング検出手段により検出した各子局からの送信信号の受信タイミングと、各子局に割り当てられた受信タイミングとを比較するタイミング比較手段と、該タイミング比較手段の比較結果に基づいて各子局に送信タイミングの補正を指示するタイミング補正指示を発生し、発生したタイミング補正指示を対応する子局に送信するタイミング補正指示送信手段とを備え、上記各子局は、親局からのタイミング補正指示を受信するタイミング補正指示受信手段と、該タイミング補正指示受信手段により受信したタイミング補正指示に基づいて送信信号を送信する送信タイミングを補正する送信タイミング補正手段とを備えることを

特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の無線通信システム。

【請求項6】 少なくとも1つの親局と、複数の子局とを備える無線通信システムにおいて子局として使用される通信装置であって、フェージングによる減衰量を検出するフェージング量検出手段と、該フェージング量検出手段により検出したフェージング量に応じて連続的又は略連続的に送信電力を制御する送信電力制御手段とを備えることを特徴とする無線通信装置。

【請求項7】 少なくとも1つの親局と、各々識別番号が割り当てられた複数の子局とを備え、上記親局が、同期信号送信手段により、各子局がデータを送信するタイミングの基準となる同期信号を送信する無線通信システムにおいて子局として使用される無線通信装置であって、上記親局から送信される同期信号を受信する同期信号受信手段と、該同期信号受信手段により受信した同期信号に基づいて自局に割り当てられた識別番号に対応するタイミングで送信信号を送信する送信タイミング制御手段と、親局からのタイミング補正指示により、送信信号の送信タイミングの補正を行う送信タイミング補正手段を備えることを特徴とする無線通信装置。

【請求項8】 少なくとも1つの親局と、各々識別番号が割り当てられた複数の子局とを備え、各子局が各々自局に割り当てられたタイミングで送信信号を送信する無線通信システムにおいて親局として使用される無線通信装置であって、各子局がデータを送信するタイミングの基準となる同期信号を送信する同期信号送信手段と、子局から送信された送信信号を受信する受信手段と、該受信手段による送信信号の受信タイミングに基づいて受信した送信信号の送信元である子局を判定する判定手段と、各子局に割り当てられた受信タイミングと、受信した各子局からの送信信号の受信タイミングとの誤差を検出し、検出した誤差に基づいて各子局に送信タイミングの補正を指示するタイミング補正指示手段とを備えることを特徴とする無線通信装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、親局と多数の子局（例えば数万～数十万局）からなる無線通信システム及びこのような無線通信システムにおいて使用される無線通信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、多数の子局から無線で送信されるデータを親局により受信して各子局からのデータを収集

する通信システムとして、例えばTV視聴者に対するアンケート、娯楽（例えば番組に対する参加）、TVショッピング等を行ったり、セキュリティ、ガス・電気事業者からの安全監視、ガス・電気・水道の使用量計測等を行うテレメータシステムあるいはテレコントロールシステムが知られている。このような通信システムでは、複数の子局から同時に送信信号が送信されてしまうと、親局が各子局からの送信データを識別することができなくなるため、所定のデータ伝送手順に従って各子局からの送信が行われ、複数の子局からの送信が同時に行われないうように制御している。

【0003】例えば代表的なデータ伝送手順であるHDLC (High-level Data Link Control: ハイレベル・データ・リンク制御) 手順では、例えば256ビット乃至2048ビット程度のデータから構成される情報フィールドに対しフラグ、アドレス、制御信号等が合計で数十ビット程度付加されて送信される。上述のようなテレメータ／テレコントロールシステム等では、これらの付加情報に加えて更に数十ビットの、ビット同期信号、フレーム同期信号、誤り検定符号等が付加されて送信されるようになっている。

【0004】これらの通信システムでは、周波数多重あるいは時分割多重により双方向の通信を行うことができるようになっているが、一方のデータの伝送状況等に関わらず、他方の送信を行うように構成されているために、データ伝送の信頼度を確保するためには、何らかの方法でデータの送達を確認する必要がある。

【0005】このようなデータの送達の確認方法としては、親局が各子局に送信要求の有無を確認するポーリング方法、子局から回線接続要求や情報送信をCSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detect: キャリア検知多重アクセス／衝突検出) 方式によって行う方法、親局が送信データを受信可能か否かを示すACK/NAK信号により、子局のデータの送信を制御する方法、データの送信権を各子局の間で順次移動させる方法等がある。これらの方法では、いずれも、送信するデータに発信局の識別情報(ID)あるいは誤り訂正符号を付加したり、各子局がバースト状に送信するデータ間に間隔(ガードタイム)を十分に取ったり、ACK/NAK信号を送受信したり、送信権の移動を指示する信号を送受信したりする必要があるが、上述のような通信システムでは、一般的に、子局の数がそれほど多くないこと、子局から送信されるデータが数十ビット程度以上であること等から、ビット同期、フレーム同期、誤り訂正、ACK/NAK信号の送受信、あるいは上述のガードタイムを十分な確保等を行ってもデータ伝送のスループットが大幅に減少することはない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、送信データに上述のような数十ビットもの付加情報を付加して

送信する方法では、2ビット～数ビット程度の短いデータを多数(数万～数十万程度)の子局から送信したい場合には、送信するデータに対して送信データに付加する付加情報の長さが長くなってしまい、スループットが著しく低下してしまう。この結果、上述のような従来の方法では、数十万局程度の子局から数秒程度の時間内にデータを送信させ、これらのデータを親局で受信することは、事実上不可能であった。

【0007】ところで、無線通信においては空間中の電波伝搬損失の変動(フェージング)により、送信信号が受信局(親局)に到達する際の強度、位相(到達位相)が変動する。これらの送信信号が親局に到達する強度、位相の変動量が親局の受信系の許容量以上となると、隣接するタイムスロットのデータが干渉して分離が困難になる。気象条件の変動によるフェージングは、VHF帯やUHF帯の低い領域では、一般的に緩やかであるが、飛行機等の遠距離にある反射物体の移動により発生するフェージングの変化速度は比較的早い。このような変化速度の早いフェージングは空中線の指向性が高い場合には、特に問題とはならないが、上述のように多数の子局が空間的に分布している場合には空中線の指向性がそれほど高くないために、直接波と遠距離にある反射物体で反射された反射波が干渉するいわゆるlong delay distortion (長遅延歪)が発生し、データの受信が困難になることがある。

【0008】自動車電話、携帯電話等の移動体通信システムでは、各子局と親局の距離、フェージング等に応じて送信信号の受信強度が変化するため、各子局の送信出力の制御を行うようになっている。このような子局の送信出力の制御は、基地局が行う場合と移動端末が行う場合とがあるが、どちらも自動車の走行スピードの変化等によるフェージング速度が極めて早く、受信信号の強度を検出してから送信出力が実際に制御されるまでの時間差、あるいは受信周波数と送信周波数の差等によっては大きな誤差が発生するので、平均的な受信信号の受信レベルに基づいて送信出力を制御するようになっている。このため、このような送信出力の制御では、送信出力のきめ細かい制御を行うことはできず、一般的な送信出力の制御ステップは4dBから10dB程度である。

【0009】多数の子局からの送信信号が時間的に集中する通信システムにおいては、制御ステップが大きすぎるため、これらの制御方法により各子局から送信される送信信号が親局に到達する際の強度を均一化して、時間的に近接している各子局からの送信信号間の干渉を避け、データ伝送のスループットを向上させることが困難であった。

【0010】本発明は、上述のような問題点に鑑みてなされたものであり、データ伝送のスループットを向上させ、短時間で多数の子局から親局にデータを伝送することができる無線通信システム及び無線通信装置を提供す

ることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係る無線通信装置は、本発明に係る無線通信システムにおいて親局あるいは子局として使用される。

【0012】本発明に係る無線通信システムは、少なくとも1つの親局と、複数の子局とを備える無線通信システムであって、子局が、フェージングによる減衰量を検出するフェージング量検出手段と、フェージング量検出手段により検出したフェージング量に応じて連続的又は略連続的（例えば0.1dB程度）に送信電力を制御する送信電力制御手段と備えている。

【0013】また、親局が、各子局から送信された送信信号の受信レベルを検出する受信レベル検出手段と、受信レベル検出手段により検出した各子局の送信信号の受信レベルを予め定められた標準値と比較し、長時間に亘る各子局からの送信信号の受信レベルの平均的な変動量を求め、この変動量に応じて各子局の送信電力を補正するための補正量を求め、求めた各子局の送信電力の補正量を対応する子局に送信する送信電力補正量送信手段とを備え、子局が、自局に対する親局からの送信電力の補正量に基づいて送信電力の補正を行う送信電力補正手段を備える構成としてもよい。

【0014】また、子局が、フェージング量検出手段により検出したフェージング量が予め定められた閾値より大きいときに、送信を停止する送信停止制御手段を備える構成としてもよい。また、子局のフェージング量検出手段及び送信電力制御手段として、受信信号の受信レベルを検出し、検出した受信レベルに応じて受信信号のレベルを所定のレベルとするためのレベル調整量を求め、求めたレベル調整量に基づいて受信信号のレベルを調整すると共に、レベル調整量に基づいて送信電力を制御する自動利得制御手段を用いてもよい。

【0015】また、親局が、各子局からの送信信号の受信タイミングを検出する受信タイミング検出手段と、受信タイミング検出手段により検出した各子局からの送信信号の受信タイミングと、各子局に割り当てられた受信タイミングとを比較するタイミング比較手段と、タイミング比較手段の比較結果に基づいて各子局に送信タイミングの補正を指示するタイミング補正指示を発生し、発生したタイミング補正指示を対応する子局に送信するタイミング補正指示送信手段とを備える構成としてもよい。この場合は、各子局が、親局からのタイミング補正指示を受信するタイミング補正指示受信手段と、タイミング補正指示受信手段により受信したタイミング補正指示に基づいて送信信号を送信する送信タイミングを補正する送信タイミング補正手段とを備える構成とする。

【0016】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1の実施形態に係る無線通信システムの構成を示すブロック図である。

同図中に示すように、この無線通信システムは、1つの親局1と多数（ n 個、数万～数十万程度）の子局 $2_1 \sim 2_n$ から構成されている。このような無線通信システムは、例えば図2に示すようにテレビジョン放送の視聴者宅に各子局 $2_1 \sim 2_n$ が配置されて構成され、テレビジョン放送の視聴者を対象としてアンケート等を行う場合等に用いられる。親局1は各子局 $2_1 \sim 2_n$ から送信された各視聴者からの回答等のデータを受信し、受信した各子局 $2_1 \sim 2_n$ からのデータを親局1に接続されている情報処理装置等に供給するようになっている。以下の説明では、1人の視聴者からの回答すなわち各子局 $2_1 \sim 2_n$ から親局1に送信されるデータは、肯定／否定／保留等を示す2ビット～数ビット程度である場合について説明するが各子局 $2_1 \sim 2_n$ から親局1に送信されるデータがこれ以上、例えば数十ビット～数千ビットである場合にも本発明を適用することができる。

【0017】親局1は、上述の図1に示すように、空中線 y_1 を介して送受信を行う送受信機3と、この送受信機3の受信出力に基づいて各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号の着信レベル及び着信位相を監視する着信レベル位相監視回路4と、送信データ／受信信号の変調／復調を行う変復調部5と、送信データ／受信データの処理を行う親局データ処理部6とを備えている。

【0018】子局 2_1 は、空中線 y_2 を受信処理系と送信処理系で共用するための空中線共用部7と、親局からの送信信号を復調してデータを再生する受信処理系と、データに基づいて親局に送信する送信信号を形成する送信処理系とを備えている。

【0019】受信処理系は、電界強度が高い場合等に受信した信号（高周波信号）を減衰させる強電界用受信半固定減衰器8と、受信した高周波信号に帯域制限、増幅等の処理を施す（受信）高周波部9と、受信した高周波信号を中間増幅周波数に変換する（受信）周波数変換部10と、中間周波数に変換された受信信号の振幅を調整するAGC（Automatic Gain Control：自動利得制御）回路11と、受信信号を復調してデータを再生する復調回路12と、再生されたデータに基づいて所定の処理を行うデータ処理部13とを備えている。

【0020】送信処理系は、データ処理部13等から供給されるデータの送信タイミングすなわち送信位相を手動で調整して送信信号が親局1に到達する際の位相を粗調整するため手動粗調回路14-1と、この手動粗調回路14-1からのデータを変調して変調信号を形成する変調回路15と、送信信号の利得を所定のレベルに制御する送信利得制御回路16と、送信信号を増幅する送信電力増幅器18と、親局1に近い場合等に送信レベルを減衰させるための親局着信レベル調整減衰器19とを備えている。

【0021】他の子局 $2_2 \sim 2_n$ も、この子局 2_1 と同様に構成されている。各子局 $2_1 \sim 2_n$ には各々異なる

識別番号が割り当てられている。この識別番号は、後述のように、各々の子局 $2_1 \sim 2_n$ が送信信号を送出するタイミングを制御するために用いられる。

【0022】また、親局1と各子局 $2_1 \sim 2_n$ の送信周波数は、送信・受信用のアンテナを共用とする等の理由から、極めて近い周波数とされている。さらに、後述のように親局1から各子局 $2_1 \sim 2_n$ に対する送信と、各子局 $2_1 \sim 2_n$ から親局1に対する送信の時間的間隔が小さい(数秒～1秒以下)ため、親局1から各子局 $2_1 \sim 2_n$ に対する(上り)送信と各子局 $2_1 \sim 2_n$ から親局1に対する(下り)送信におけるフェージングの相関が極めて高く(ほぼ1程度)になっている。

【0023】このように構成された無線通信システムでは、作業者が子局の設置時に当該子局の親局1からの距離に応じて手動粗調回路14-1の調整を行い、親局1からの同期信号に応じて当該子局が送信した送信信号が親局1に到達するタイミングが所定のタイミングに略等しくなるように、当該子局の送信タイミングを調整する。

【0024】例えば図1に示す無線通信システムにおいて、65536局程度の子局 $2_1 \sim 2_n$ が数ビット程度のデータを1秒程度の時間内に親局1に送信する場合に、親局1と各子局 $2_1 \sim 2_n$ の距離の差が30km以下程度であった場合、親局1からの距離の差に起因する遅延時間差(～200 μ sec)は、各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの受信信号間の間隔(10 μ sec程度)より大きくなる。このような場合には、上述のように手動粗調回路14-1の調整を行って各子局が送信信号を送信するタイミングの初期設定を行う。

【0025】上述のように各子局の送信タイミングが調整された状態において、各子局 $2_1 \sim 2_n$ からのデータを親局1に送信する際には、まず、親局1が着信制御回路4により図3(A)に示すようなクロック、同期信号を発生し、送受信機3により送信する。ここで、1周期の時間 t は、例えば数秒～1秒以下である。これらのクロック、同期信号は、同図中に示すように時間的に多重化され、例えば位相変調されて送出されており、各子局 $2_1 \sim 2_n$ は検波した受信信号からクロックと同期信号を分離するようになっている。なお、この図3は、各子局 $2_1 \sim 2_n$ から情報ビットを2ビットとし、ガードタイムを1ビット分設けて単位時間 t_a を3ビット分と仮定し、子局数 n が65536(=2¹⁶)局とした場合を図示しているが、子局数 n は65536局に限定されず、子局数に応じて図3(A)中の1周期の時間 t を適宜変更すればよい。

【0026】各子局 $2_1 \sim 2_n$ は、親局1からのクロック、同期信号に基づいて送信信号の送出タイミングを制御し、同図(B)から同図(D)に示すように自局の識別番号に対応するタイミングで送信データを送出するようになっている。

【0027】各子局 $2_1 \sim 2_n$ の強電界用受信半固定減衰器8は、例えば空中線y2、空中線共用部7を介して受信した受信信号(クロック、同期信号)の受信レベルが所定値より高い場合に、受信信号を減衰させて高周波部9に供給し、高周波部9は、受信した高周波信号に帯域制限、増幅等の処理を施して周波数変換部10に供給し、周波数変換部10は、受信した高周波信号を中間増幅周波数に変換してAGC回路11に供給する。

【0028】図4(B)に示すように親局1が一定の送出レベルで送出した送信信号(クロック等)は、同図(A)に示すように、各子局 $2_1 \sim 2_n$ 毎に時間依存性の異なるフェージングによって、各子局 $2_1 \sim 2_n$ で受信される際の強度が変化する。このため、例えば子局 2_1 の受信入力、同図(C)に示すように変化する。

【0029】子局 2_1 のAGC回路11は供給された受信信号の受信レベルを検出し、検出した受信レベルに応じてゲイン調整を指示するAGC電圧(電流)を発生し、この電圧に基づいて受信信号のレベルが予め設定された所定の値となるように調整する。これにより、復調回路12には図4(D)に示すようにレベルが所定値に調整された受信信号が供給される。このときのAGC回路11の相対利得は、図4(E)に示すように、同図(C)に示す受信レベルの変動と逆比例の関係にある。AGC回路11は、このようなAGC回路11の相対利得に対応するAGC電圧(電流)20を利得制御回路16にも供給する。

【0030】復調回路12は、受信した受信信号を復調し、さらにクロックと同期信号に分離する。データ処理部13は、分離されたクロックと同期信号に従って自局に割り当てられた識別番号に対応する送出タイミングを検出し、この送出タイミングで送信データを送出する。この送出タイミングは、例えば上述のクロックに同期したクロックを発生しておき、同期信号が供給された後のクロック数をカウントし、このカウント値が自局 2_1 の識別番号に対応する数となるタイミングとして検出する。データ処理部13が送出した送信データは上述のような設定値に基づいて送信タイミングを粗調整する手動粗調回路14-1を介して変調回路15に供給される。変調回路15は、送信データを例えば位相変調して利得制御回路16に供給する。

【0031】利得制御回路16は、AGC回路11から供給されるAGC電圧(電流)20に基づいて送信信号の送出レベルの調整を行う。すなわち、図4(C)中に示す受信信号の受信レベルが低いときには図4(E)中に示すAGC利得が高くなり、利得制御回路16は、送信信号の送出レベルを高くする。また、図4(C)中に示す受信信号の受信レベルが高いときには図4(E)中に示すAGC利得が低くなるため、利得制御回路16は送信信号の送出レベルを低くする。

【0032】この通信システムでは、上述のように親局

1と各子局 $2_1 \sim 2_n$ の送信周波数が極めて近い周波数とされており、さらに、1周期の時間もが数秒～1秒とされているため、上述の親局1からの送信信号を受信してから子局 2_1 が親局1に対する送信信号を送出するための時間が最大でも数秒～1秒以下となり、親局1から各子局に対する送信（上り）と各子局 $2_1 \sim 2_n$ から親局1に対する送信（下り）におけるフェージングの相関が極めて高い。このため、受信信号に対するAGC回路の相対利得に基づいて送信信号の送出レベルを制御することにより、図4（F）に示すように、親局1が受信する子局 2_1 からの送信信号の受信レベルを一定とすることができる。

【0033】他の子局 $2_2 \sim 2_n$ も同様に各々自局の識別番号に応じたタイミングで送信信号を送出し、送信信号の送出レベルの制御を行う。これにより、親局1が受信する各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号の受信レベルを一定とすることができる。

【0034】ところで、実際に各子局 $2_1 \sim 2_n$ が受信する受信信号の受信レベルは、フェージングによる変動以外にも親局1からの距離の差、周囲の温度等に応じて変動するが、各子局 $2_1 \sim 2_n$ が親局1からの送信信号の受信レベルの変動に応じて、送信信号の送出レベルを制御することにより、これらによる受信レベルの変動も補償され、親局1が受信する各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの受信信号のレベルが一定となる。

【0035】この無線通信システムでは、上述のように親局1に到達する各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号の受信レベルを一定にすることができる。親局1が受信する各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号の受信レベルが一定でない場合、レベルの低い送信信号が受信レベルの高い信号の多重反射波等によって干渉されてしまう。従って、この無線通信システムのように、各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号の受信レベルを一定とすることにより、時間的に隣接する各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号間の干渉を低減させることができる。

【0036】親局1の送受信機3は各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号を受信すると各々の受信信号の受信タイミングをデータ処理回路6に供給すると共に、受信信号を変復調部5に供給する。データ処理回路6は、送受信機3からのタイミング情報に基づいて各々の送信信号を送信した子局を検出し、対応する受信データが変復調部5により復調されて供給されると、例えば検出した子局に対応するメモリ上の領域に保持する。

【0037】時間的に隣接する各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号の間には、送信信号間の干渉を避けるためにガードタイムが設けられる。このガードタイム（ガードビット）は、データを識別する際のマージンとして、また、親局1において受信信号の送信元を識別するためのマージンとして設けている。

【0038】各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号の送出レ

ベル制御、送出タイミングの設定、受信した信号の波形整形等が理想的でかつ均一であるならば、必ずしもガードビットを設ける必要はないが、このような処理を実現することは困難である。図5は一例としてクロックレートが情報伝送のシンボルレート（この場合は、2ビットで1シンボルとなっている。）と等しく、情報ビットが2ビット、ガードビットが1ビットの場合の場合における各子局 $2_1 \sim 2_n$ の送信信号の送出タイミングの詳細を示している。

【0039】また、この例では、図5（A）に示すように、クロックは例えば図3（A）に示す同期信号に先立つ所定期間にしか送信せず、他の期間にはクロックを送出しない。このため、各子局は、自らクロックを発生し、クロックを受信したときに、PLL（フェーズ・ロックド・ループ）回路等を用いて、発生するクロックの位相を受信したクロックに同期させる。

【0040】上述のように各子局 $2_1 \sim 2_n$ が親局1から送信される同期信号、クロックに基づいて自局に割り当てられた識別番号に対応する送出タイミングで送信信号を送出することにより、従来は各々の子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号に付加して送信していた同期信号、識別情報等の付加情報を不要とすることができ、あるいはガードビットを短くすることができ、データ伝送のスループットを大幅に向上させることができる。このため、このような無線通信システムを用いることにより多数の子局 $2_1 \sim 2_n$ からのデータを短時間で親局1に伝送することができる。

【0041】また、上述のように親局1における各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号の受信レベルを一定にすることにより、各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号間の干渉を低減させることができるため、ガードビットを短くして通信のスループットを向上させることができる。

【0042】ところで、多数の子局が広く散在しており、親局1から各子局 $2_1 \sim 2_n$ までの距離の差が大きいときには、各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの受信レベルが数十dB程度異なる場合があり、上述のように親局1からの送信信号の受信レベルに応じて各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信レベルの制御を行っただけでは親局1における受信レベルを均一化することが難しい場合がある。このため、この無線通信システムでは、親局着信レベル調整減衰器19を設け、親局1に近い子局からの受信レベルを低減させ、親局1から遠い子局からの受信レベルと均衡させることができるようになっている。この親局着信レベル調整減衰器19による減衰量は、例えば上述の手動粗調回路14-1と同様に、設置時に当該子局の親局からの距離等に応じて手動で設定する構成としてもよいが、親局1の着信レベル位相監視回路4によって検出した親局1における当該子局からの送信信号の着信レベルに応じて親局1が送信レベルの補正指示を送信し、この補正指示に応じて切り換える構成としてもよい。

【0043】上述の第1の実施形態に示したように、受信信号のレベルに基づいて送信信号のレベルを調整するようにしても、例えば経年変化による受信AGC回路11、利得制御回路16のゲイン等の変化により、親局1に到達する各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号のレベルが不均一になることがある。

【0044】このため、本発明の第2の実施形態に係る無線通信システムでは、図6に示すように、上述の図1に示す構成に加えて各子局 $2_1 \sim 2_n$ が、送信電力を微調整するための送信電力微調整回路17と、親局1からの受信データから抽出された送信電力の微調整幅を指示する情報（設定値）に基づいて送信電力微調整回路17の制御を行う設定値制御部29とを備えている。なお、上述の図1に示すものと同等あるいは対応する構成要素は図1と同じ符号で表されている。

【0045】このように構成された無線通信システムでは、親局1の着信レベル位相監視回路4は、上述の第1の実施形態と同様に各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号を受信する際に、受信した各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号の着信レベルを検出し、これらの着信信号の長周期の変化を検出し、この長周期の変化に応じて各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号の微調整幅（設定値）を決定し、この設定値を各子局 $2_1 \sim 2_n$ に送信する。

【0046】このような設定値を受信したデータ処理部13は送信電力微調整・設定信号21を送信電力微調整回路17に供給して送信電力の微調整を行う。これにより、親局1からの指示（設定値）に応じて送信電力の補正を行うことができる。

【0047】上述の図4に示すようなAGC回路11による各子局 $2_1 \sim 2_n$ の送信信号の送出レベルの調整だけでは上述の手動粗調回路14-1における初期設定誤差や長期的な経時変化によるAGC回路11、利得制御回路16等の特性の変化等の補正を行うことができないことがあるが、この無線通信システムでは、上述のように親局1からの制御により子局 $2_1 \sim 2_n$ の送出レベルの微調整を行うことができるため、各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号をより精度よく一致させることができる。

【0048】ところで、フェージング等による送信信号の減衰が著しいときは、親局1における受信レベルが低くなり過ぎたり、あるいは多重伝搬による波形歪が大きくなったりして受信が困難になることが考えられる。このような場合に送信信号を送信しても、符号間干渉が大きく、誤り率が高くなることが考えられる。

【0049】このため、本発明の第3の実施形態に係る無線通信システムでは、図7に示すように、上述の図1に示す各子局 $2_1 \sim 2_n$ に受信AGC回路11からのAGC電圧20に基づいて送信の制御を行う送信制御回路28と、この送信制御回路28からの制御に基づいて利得制御回路16の出力の送信電力増幅器18に対する供給を制御するスイッチ（SW）30とを備えている。

【0050】送信制御回路28は、フェージング等によりAGC回路11のAGC電圧20が予め設定された所定値以上となる（すなわち受信レベルが所定値以下となる）とデータの送信を待機させるための送信待機命令信号23-1を発生してデータ処理部13に供給する。データ処理部13は、送信待機命令信号23-1が供給されると、送信データの送出を停止する。このとき、SW30により、送信電力増幅器18に対する利得制御回路16の出力の供給が停止される。

【0051】そして、フェージング等による送信信号の減衰が小さくなると、AGC回路11によって検出される親局1からの送信信号の受信レベルが高くなり、AGC電圧20のレベルが低くなる。さらに、AGC電圧20のレベルが低くなって所定値以下となると、送信制御回路28は送信待機命令信号23-1を無効とし、データ処理部13は、手動粗調回路14-1に対する送信データの送出を再開する。同時にSW30により、送信電力増幅器18に対する利得制御回路16の出力の供給が再開され、親局1に対する送信データの送信が再開される。

【0052】これにより、この無線通信システムでは、フェージング等により伝搬状態が悪化した時には子局からの送信信号の送出を停止し、伝搬状態が回復したときに伝送を再開する。従来の通信方式では、電波伝搬状態の悪いときであっても、かまわずに送信してしまうため、正常な伝送を行うことができずに頻繁にACK/NACKを繰り返してしまったり、結果的に誤った情報が伝送されてしまったりする。この無線通信システムでは、個々の受信データの誤り検出等を行ってないため、伝搬状態が悪いときにデータの伝送しないことにより、誤りの発生を防止することができる。

【0053】ここで、上述の図1あるいは図6に示す無線通信システムにおいて、例えば親局1と各子局 $2_1 \sim 2_n$ の距離の差が、例えば3km程度に小さく、65536局分の子局からの送信信号を5秒で取り込む場合には、親局1と各子局 $2_1 \sim 2_n$ の距離の差に起因する遅延時間差が20 μ sec程度となり、手動粗調回路14-1の初期設定後の誤差（1 μ sec程度）はほとんど問題とならず、また、遅延時間差が各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの受信信号間の間隔50 μ sec程度に比して十分小さいので送信タイミングの微調整機能は必要としない。

【0054】あるいは、同様に親局1と各子局 $2_1 \sim 2_n$ の距離の差に起因する遅延時間差が20 μ sec程度であり、各子局 $2_1 \sim 2_n$ から親局1に送信するデータのバースト長が数十ビット程度であり、65536局分の子局からの送信信号を数十秒で取り込む場合には、1ビットあたりの伝送時間が15 μ sec程度となるため、各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号に2～3ビット程度のガードビットを付加して送信することにより、時間的に隣接する受信信号間の間隔が30～45 μ sec程

度となり、手動粗調回路14-1以外に送信タイミングの微調整機能は必要としない。この場合、数十ビットのデータに2~3ビット程度のガードビットを付加するだけであるのでスループットの低下は極めて小さい。

【0055】しかしながら、上述のような多くの子局 $2_1 \sim 2_n$ が広い領域（例えば親局1から半径30km以上の領域等）に分布して配置されている場合、親局1から各子局 $2_1 \sim 2_n$ までの伝搬時間が異なるため、各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号は、上述の図3（C）～同図（D）に示すタイミングから、親局1から各子局 $2_1 \sim 2_n$ までの距離に応じて遅延したタイミングで親局1に到達する。

【0056】この遅延時間は、各子局 $2_1 \sim 2_n$ から親局1までの距離に応じて異なる。最も遠い子局が親局1から30km離れている場合、この子局に親局1からの送信信号（同期信号）が伝搬されるまでに約 $100\mu\text{sec}$ （光速： $3 \times 10^8 \text{ m/sec}$ とした場合）かかることになる。さらに、この子局からの送信信号が親局1に到達するまでに約 $100\mu\text{sec}$ かかるため、この子局からの送信信号は、親局1に近接して設けられ、伝搬時間がほとんど0である子局からの送信信号に対して $200\mu\text{sec}$ の遅延を生じることになる。

【0057】ここで、上述の65536局からの送信信号を1秒以内に受信したい場合、各子局 $2_1 \sim 2_n$ 当たりの割り当て時間とガードビットの合計 t_a は15.3 μsec 程度となる。従って、ガードタイムは、5 μsec 程度となる。このような条件において、各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号の受信タイミングの誤差が $200\mu\text{sec}$ 程度である場合には、親局1は受信した受信信号がどの子局 $2_1 \sim 2_n$ からのものであるか判断することができない。

【0058】従って、実際のデータ伝送を行う前に、各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信タイミングを例えば誤差が1 μsec 以内程度となるように初期設定を行わなければならない。上述の手動粗調回路14-1の調整だけでも、送信タイミングの誤差を、上述のガードタイム以下の1 μsec （300mの距離の誤差に相当）以内とすることができるが、経年変化等によるタイミングのずれ等にも対応することができるよう、送信タイミングの微調整は親局1における測定結果に基づいて親局1からの遠隔設定により行うことが望ましい。

【0059】このため、本発明の第4の実施形態では、図8に示すように、上述の図1に示す構成に加えて、上述の手動粗調回路14-1により粗調整された送信データの送信タイミングをさらに微調整するための遠隔微調回路14-2と、データ処理部13により抽出された送信時刻微調整設定信号（設定値）に基づいて遠隔微調回路14-2の制御を行う設定値制御部29とを備えている。

【0060】また、親局1の着信レベル位相監視回路4

は、図9に示すように、同期信号を発生する同期信号発生部31と、クロックを発生するクロック発生部32と、基準クロック発生部33と、この基準クロック発生部33により発生した基準クロックと送受信機3により受信した各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号の受信タイミングを比較するタイミング比較部34と、該タイミング比較部34からのタイミングの比較結果に基づいて各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号の送信タイミングの補正指示を生成するタイミング補正指示生成部35とを備えている。

【0061】親局1から各子局 $2_1 \sim 2_n$ の送信タイミングの微調整（微補正）を行う場合は、当該子局の送信タイミング前後に他の子局の信号があると、正確な測定・設定が困難であるので、トラフィックのない夜明け前後に行うことが好ましい。各子局 $2_1 \sim 2_n$ の送信タイミングの微調整を行うときには、データ処理回路6は順次、1つの子局のみに送信信号の送出を許可する送信許可メッセージを送信する。このとき、基準タイミング発生部33は、送信許可メッセージの送信に応じて親局1から所定の距離にある基準局から送信信号が返送される基準タイミングを発生し、タイミング比較部34に供給する。

【0062】各子局 $2_1 \sim 2_n$ のデータ処理部13は、上述のような送信許可メッセージを受信すると、受信したメッセージが自局に対する送信許可メッセージであるか否かを検出し、自局に対するメッセージであるときは、予めこのような補正值の設定用に定められた所定のタイミングで送信信号を親局1に返送する。

【0063】親局1の送受信機3は、このような子局からの送信信号を受信すると、子局からの送信信号の検出タイミングをタイミング比較部34に供給する。タイミング比較部34は、送受信機3からの検出タイミングと基準タイミング発生部33からの基準タイミングを比較し、比較出力をタイミング補正指示生成部35に供給する。タイミング補正指示生成部35は比較結果が所定の許容誤差範囲以内であればタイミング補正指示を形成せず、比較結果が許容誤差範囲以上であれば対応する子局が送信信号を送出するタイミングを補正するためのタイミング補正指示を形成し、形成したタイミング補正指示を送受信機3を介して送信する。

【0064】各子局 $2_1 \sim 2_n$ のデータ処理部13は、自局に対するタイミング補正指示を受信すると、送信時刻微調整・設定信号22を送信時刻微調整回路14に供給して自局の送出タイミングを補正する。これにより、この子局の送出タイミングが許容範囲内に調整される。そして、親局は、送出タイミングを補正した子局に対して、再度、送信許可メッセージを送信し、送出タイミングが正確に補正されているか確認する。上述のような送出タイミングの調整を全ての子局 $2_1 \sim 2_n$ に対して行うことにより、全ての子局 $2_1 \sim 2_n$ の送出タイミング

が調整される。

【0065】ここで、上述のガードタイム分以下の誤差、例えば $1\mu\text{sec}$ 以下程度の誤差は、各子局 $2_1 \sim 2_n$ から親局1に対するデータの伝送を行っているときにも補正することができる。上述の図9に示す親局1のタイミング比較部34は、各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信データを受信する際に、送信データを受信したタイミングと基準タイミング発生部33からの基準タイミングとを比較し、受信タイミングの誤差をタイミング補正指示生成部35に供給する。タイミング補正指示生成部35は、タイミング比較部34による受信タイミングの誤差に基づいてタイミング補正指示を生成し、生成したタイミング補正指示を対応する子局に送信する。このようなタイミング補正指示を受信した子局は、タイミング補正指示が自局に対するものであるときには、上述と同様にタイミング補正指示に従って自局の送信タイミングを調整する。

【0066】これにより、各子局 $2_1 \sim 2_n$ から親局1に対するデータの送信を行っている際にも、送信信号の送出タイミングに誤差がある子局の送出タイミングを補正することができる。

【0067】また、通常は、親局1の変復調部5において受信信号からデータの復調・検出を行う際に、例えば所定のタイミング（復調・検出点）において、受信信号を閾値と比較してデータの復調等を行っているが、所定のタイミングから時間的に前後させて復調・検出点を3点以上設定し、これらの復調・検出点における受信信号と閾値の比較結果により、受信タイミングの誤差を検出するようにしてもよい。このように復調・検出点を3点以上設けた場合、受信タイミングに誤差がある場合、この誤差に応じて変調・検出点の一部でデータを検出することができなくなる。従って、各変調・検出点における受信信号と閾値の比較結果により受信タイミングの誤差を検出することができる。この場合、同一の子局からの受信タイミングの誤差を複数回測定し、これらの複数回の測定結果に統計処理を施して受信タイミングの誤差を検出してよい。

【0068】また、親局1からの距離の差が近い位置に子局 $2_1 \sim 2_n$ が設置される場合には、上述の手動粗調回路14-1を設けなくても、親局1からの送信タイミング制御のみで十分な場合がある。

【0069】このため、本発明に係る第5の実施形態では、図10に示すように、各子局 $2_1 \sim 2_n$ に上述の図8中の手動粗調回路14-1を削除し、遠隔微調回路14-2と同様な送信時刻微調整回路14を設けている。この送信時刻微調整回路14はデータ処理部13により検出された送信時刻微調整設定信号に基づいて送信データの送信時刻（送信タイミング）を微調整することができるようにしている。

【0070】また、この実施形態では各子局 $2_1 \sim 2_n$

に上述の図6に示す送信電力微調整回路17と同様な送信電力微調整回路17aを備えている。この送信電力微調整回路17aは、図6中の送信電力微調整回路17とは異なり利得制御回路16の出力に対して微調整を行うようになっている。また、この送信電力微調整回路17aは、データ処理部13により抽出された送信電力の微調整幅を指示する情報（設定値）に基づいて送信電力の微調整を行うようになっている。

【0071】このように、この無線通信システムでは、親局1からの制御に応じて送信タイミング及び送信電力の調整を行うことができるため、親局1で受信する各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの送信信号の受信レベルを均一化し、さらに、各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの受信信号の受信タイミングを精度よく調整することができる。このため、符号間干渉を低減させることができる。

【0072】図11は本発明の第6の実施例に係る無線通信システムの構成を示すブロック図である。この無線通信システムは、上述の図1に示す第1の実施形態における送信利得の自動制御機能、上述の図6に示す第2の実施形態における送信電力の微調整機能、上述の図7に示す第3の実施形態における送信（停止）制御機能、上述の図8に示す第4の実施形態における送信タイミングの微調整機能を $2_1 \sim 2_n$ に設けたものである。

【0073】このような構成とすることにより、親局1からの制御により各子局 $2_1 \sim 2_n$ の送信電力、送信タイミング等を制御することができるために親局1が受信する各子局 $2_1 \sim 2_n$ からの受信レベル、タイミングの最適化を行って時間的に隣接する符号間の干渉を低減させることができる。また、フェージング等によりAGC回路11のAGC電圧20が予め設定された所定値以上（回路構成によっては所定値以下）となる（すなわち受信レベルが所定値以下となる）と、送信制御回路28がデータ制御部13を制御してデータの送信を待機させるため、悪条件下でデータの伝送を行うことによる誤りの発生を避け、伝送効率が低下することを防止することができる。

【0074】図12は本発明の第7の実施例に係る無線通信システムの構成を示すブロック図である。この無線通信システムは、例えば自動車電話、携帯電話等の移動体無線通信システム等からなり、1つの親局51と複数の子局 $5_2_1 \sim 5_2_n$ とを備えている。各子局 5_2_1 は、空中線y4を送信処理系と受信処理系で共用するための空中線共用部53と、電界強度が高い場合等に受信した信号（高周波信号）を減衰させる強電界用受信半固定減衰器54と、受信した高周波信号に帯域制限、増幅等の処理を施す高周波部55と、受信信号と送信信号とを合成する受信信号／送信信号合成部56と、合成された受信信号／送信信号のレベルを調整するAGC回路57と、受信信号と送信信号とを分離する受信信号／送信信号分離部58と、受信信号を復調する復調器59

と、送信データを変調する変調器60と、送信信号を増幅する送信電力増幅器61と、送信電力の調整を行うための送信電力調整減衰器62とを備えている。他の子局52₂～52_nもこの子局52₁と同様に構成されている。

【0075】このような子局52₁では、親局51から送信された送信信号は空中線y4、空中線共用部53を介して減衰器54に供給され、減衰させられて高周波部55に供給される。高周波部55は受信信号を中間周波数に変換して受信信号/送信信号合成部56に供給し、受信信号/送信信号合成部56は、高周波部55からの受信信号63を送信信号64と合成してAGC回路57に供給する。AGC回路57は、復調器59の信号入力レベル66が一定のレベルとなるように増幅度を調整する。復調器59はAGC回路57の出力から分離された受信信号を復調して音声データ等の受信データとして出力する。

【0076】また、変調器60は音声データ等の送信データが入力されると、この送信データを変調して形成した送信信号を受信信号/送信信号合成部56に供給する。AGC回路57は送信信号を受信信号と同様な増幅度で増幅して受信信号/送信信号分離部58に供給する。このAGC回路57の増幅度は、上述のように復調器59の信号入力レベル66が一定のレベルとなるように調整されているため、フェージングによる親局51からの受信信号の受信レベルの低下量とほぼ等しい。従って、送信信号は、フェージングによるレベルの低下分を考慮して増幅される。受信信号/送信信号分離部58は、AGC回路57の出力から送信信号を分離し、送信電力増幅部61に供給する。送信電力増幅部61によって増幅された送信信号は減衰器62によって送出レベルを調整された後、空中線共用部53、空中線53を介して親局51に送信される。

【0077】図13は、このような構成の子局52₁のAGC回路57内によってレベルが調整される受信信号と送信信号の周波数の関係の一例を示している。この図13において71は中間周波数の受信信号のスペクトル例であり、72は送信信号のスペクトル例であり、73は受信信号/送信信号分離部58において中間周波数の受信信号を分離するためのBPF（帯域通過フィルタ）の減衰率特性例であり、74は受信信号/送信信号分離部58において送信信号を分離するためのBPF（帯域通過フィルタ）の減衰率特性例である。高周波部55の出力である受信中間周波数63と変調器の出力64の周波数は、受信信号/送信信号分離部58において容易に分離できるように十分に離すことが望ましい。

【0078】この無線通信システムでは、送信信号がAGC回路57において、フェージングによって変動する受信信号のレベルを一定に保つような増幅度で増幅されているため、AGC回路57で増幅された送信信号のレ

ベルは、受信信号のレベルの変動に完全に逆比例している。従って、このような送信信号を送信電力増幅部61によって増幅して送信することにより、フェージングによる伝搬損失を子局側の送信電力で補償することができ、親局51が受信する受信信号のレベルを一定に保つことができる。

【0079】なお、本発明は上述の各実施形態に限定されるものではなく、適宜変更を加えることができる。例えば親局から子局あるいは子局から親局に対する送信信号のフォーマットは、上述の図2に示すフォーマットに限定されるものではなく、例えば図14に示すように全て（65536局）の子局を256程度のセグメントに分け、各グループ毎に同期信号とセグメント番号を付加して伝送するようにしてもよい。

【0080】

【発明の効果】本発明に係る無線通信システムでは、例えばフェージングが発生して受信電力が減衰すると、子局のフェージング量検出手段がフェージングによる減衰量を検出し、このフェージング量に応じて送信電力制御手段が送信電力を連続的又は0.1dBステップ程度に略連続に制御して送信電力を増加させる。これにより、親局が受信する各子局からの受信レベルを均一化することができ、時間的に隣接する複数の子局からの送信信号間の干渉を低減させることができる。このため、各子局からの送信信号間のガードビットを短くして通信のスループットを向上させることができる。

【0081】また、親局が各子局から送信された送信信号の受信レベルを検出し、これらの受信レベルを予め定められた標準値と比較し、長時間に亘る各子局からの送信信号の受信レベルの平均的な変動量を求め、この変動量に応じて各子局の送信電力を補正するための補正量を求め、求めた各子局の送信電力の補正量を対応する子局に送信し、子局が、自局に対する親局からの送信電力の補正量に基づいて送信電力の補正を行うことにより、親局が受信する各子局からの送信信号の受信レベルを高精度に制御することができる。従って、各子局からの送信信号間の干渉をさらに低減させることができる。

【0082】また、フェージング量検出手段により検出したフェージング量が予め定められた閾値より大きいときに、送信停止制御手段により送信を停止することにより、伝搬条件が悪い状態での送信を避けることができる。このため、送信信号の誤りの発生を低減することができ、送信信号の再送信等によるスループットの低下を防止することができる。

【0083】また、子局の自動利得制御手段が親局からの受信信号の受信レベルを検出し、検出した受信レベルに応じて受信信号のレベルを所定のレベルとするためのレベル調整量を求め、求めたレベル調整量に基づいて受信信号のレベルを調整すると共に、レベル調整量に基づいて送信電力を制御することにより、フェージングによ

る受信信号の変動に基づいて送信電力を制御することができ、フェージングによる親局の受信レベルの変動を高精度に補償することができる。

【0084】また、親局が、各子局からの送信信号の受信タイミングを検出し、検出した各子局からの送信信号の受信タイミングと、各子局に割り当てられた受信タイミングとを比較し、各子局に送信タイミングの補正を指示するタイミング補正指示を発生して対応する子局に送信し、各子局が、親局からのタイミング補正指示に基づいて送信信号を送信する送信タイミングを補正することにより、各子局の送信タイミングを高精度に制御することができる。このため、必要とするガードビットの長さを短くすることができ、通信のスループットを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態に係る無線通信システムの構成を示すブロック図である。

【図2】 上記無線通信システムの使用形態を示す概念図である。

【図3】 上記無線通信システムにおける親局からの同期信号と各子局からの送信データの送出タイミングを示す波形図である。

【図4】 上記無線通信システムの動作を説明するための波形図である。

【図5】 上記親局からの同期信号と各子局からの送信データの送出タイミングの詳細を示す波形図である。

【図6】 本発明の第2の実施形態に係る無線通信システムの構成を示すブロック図である。

【図7】 本発明の第3の実施形態に係る無線通信システムの構成を示すブロック図である。

【図8】 本発明の第4の実施形態に係る無線通信システムの構成を示すブロック図である。

【図9】 上記無線通信システムを構成する着信制御回路の構成を示すブロック図である。

【図10】 本発明の第5の実施形態に係る無線通信システムの構成を示すブロック図である。

【図11】 本発明の第6の実施形態に係る無線通信システムの構成を示すブロック図である。

【図12】 本発明の第7の実施形態に係る無線通信システムの構成を示すブロック図である。

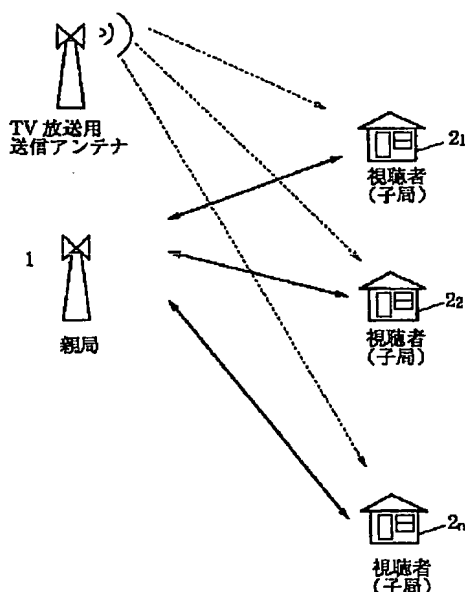
【図13】 上記無線通信システムを構成するAGC回路を通る受信信号周波数と送信信号周波数の関係の一例を示す図である。

【図14】 上記第7の実施形態に係る無線通信システムにおける親局からの同期信号と各子局からの送信データの送出タイミングを示す波形図である。

【符号の説明】

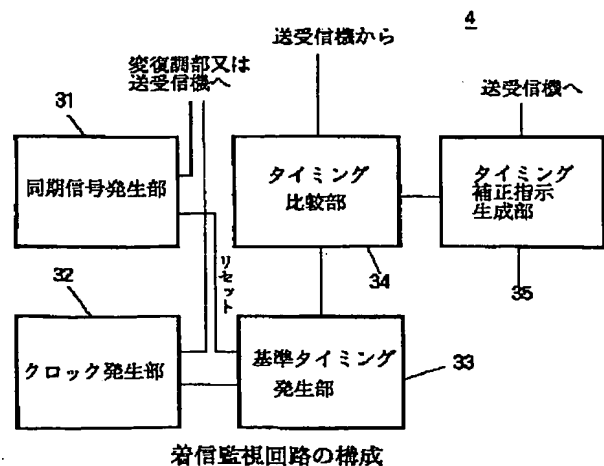
1、51 親局、21～2n、521～52n 子局、
4 着信レベル位相監視回路、6 データ処理部、11 AGC回路、13 データ処理部、14 送信時刻微調整回路、14-1 手動粗調回路、14-2 遠隔微調回路、16 送信利得制御回路、17、17a 送信電力微調整回路、19 親局着信レベル調整減衰器、56 受信信号/送信信号合成回路、57 受信AGC回路、58 受信信号/送信信号分離回路、62 送信電力調整減衰器

【図2】



無線通信システムの使用形態

【図9】



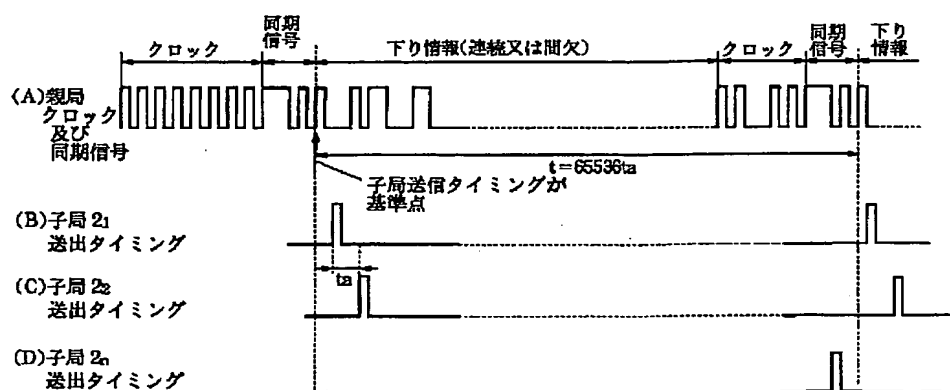
着信監視回路の構成

The diagram illustrates a radio communication system architecture. At the top, a '親局' (Main Station) is shown with an antenna receiving signal v_1 . It contains several functional blocks: a '送受信機' (Transceiver) labeled 3, a '着信レベル位相監視回路' (Receiving level phase monitoring circuit) labeled 4, an '変復調部' (Modulation/demodulation section) labeled 5, and a 'データ処理部' (Data processing section) labeled 6. These blocks are interconnected, with the data processing section also connected to an '情報処理装置' (Information processing device) labeled 31.

Below the main station, multiple '子局' (Sub-stations) are shown, labeled '子局(1)', '子局(2)', and '子局(N)'. Each sub-station is connected to the main station via an '空中線共用器' (Antenna commoner) labeled 7. The sub-station (1) block contains a '強電界受信用半固定減衰器' (Semi-fixed attenuator for strong electric field reception), an '受信高周波部' (Receiving high-frequency section) labeled 9, a '周波数変換部' (Frequency conversion section) labeled 10, an 'AGC回路' (AGC circuit) labeled 11, a '復調回路' (Demodulation circuit) labeled 12, and a 'データ処理部' (Data processing section) labeled 13. It also includes a '親局着信レベル調整減衰器' (Main station receiving level adjustment attenuator) labeled 19, a '送信電力増幅器' (Transmitting power amplifier) labeled 18, a '利得制御回路' (Gain control circuit) labeled 16, an '変調回路' (Modulation circuit) labeled 15, a '手動粗調' (Manual coarse tuning) labeled 14-1, and a '送信タイミング設定' (Transmitting timing setting) block. The sub-station (2) block contains a block labeled 22, and the sub-station (N) block contains a block labeled 2n. All sub-stations are connected to the main station's antenna commoner (7) and have their own antennas receiving signal v_2 .

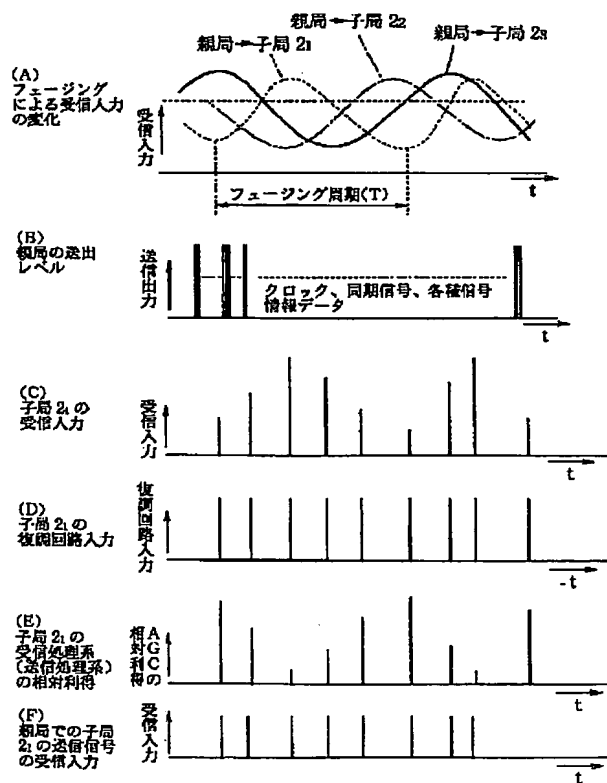
第1の実施形態に係る無線通信システムの構成

【図3】



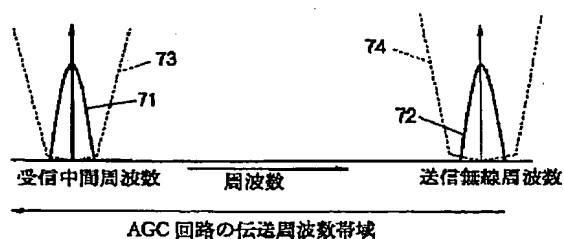
親局からの同期信号と各子局の送信信号の送出タイミングの関係
(2ビット/子局の例)

【図4】

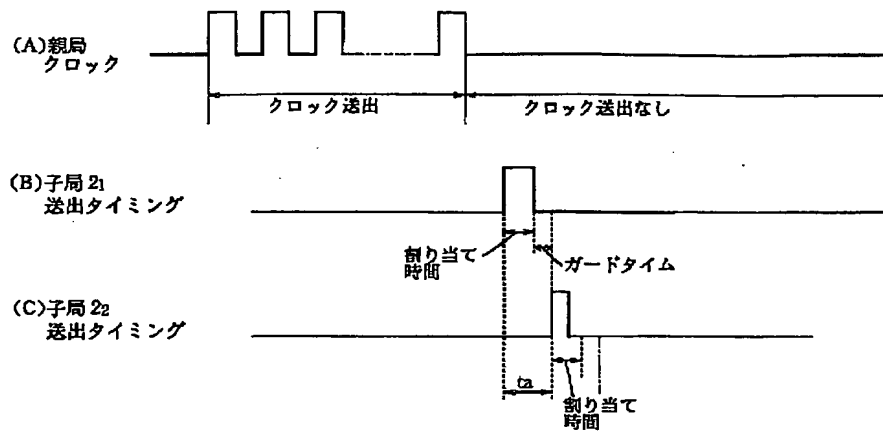


フェージングによる伝搬損失の送信電力

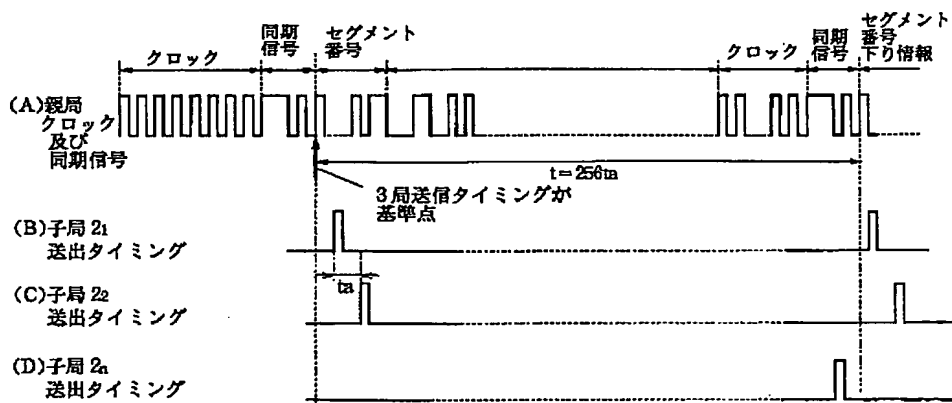
【図13】



【図5】

各子局の送信信号の送出タイミングの詳細
(2ビット/子局の例)

【図14】

親局からの同期信号と各子局の送信信号の送出タイミングの関係
(2ビット/子局の例)

第2の実施形態に係る無線通信システムの構成

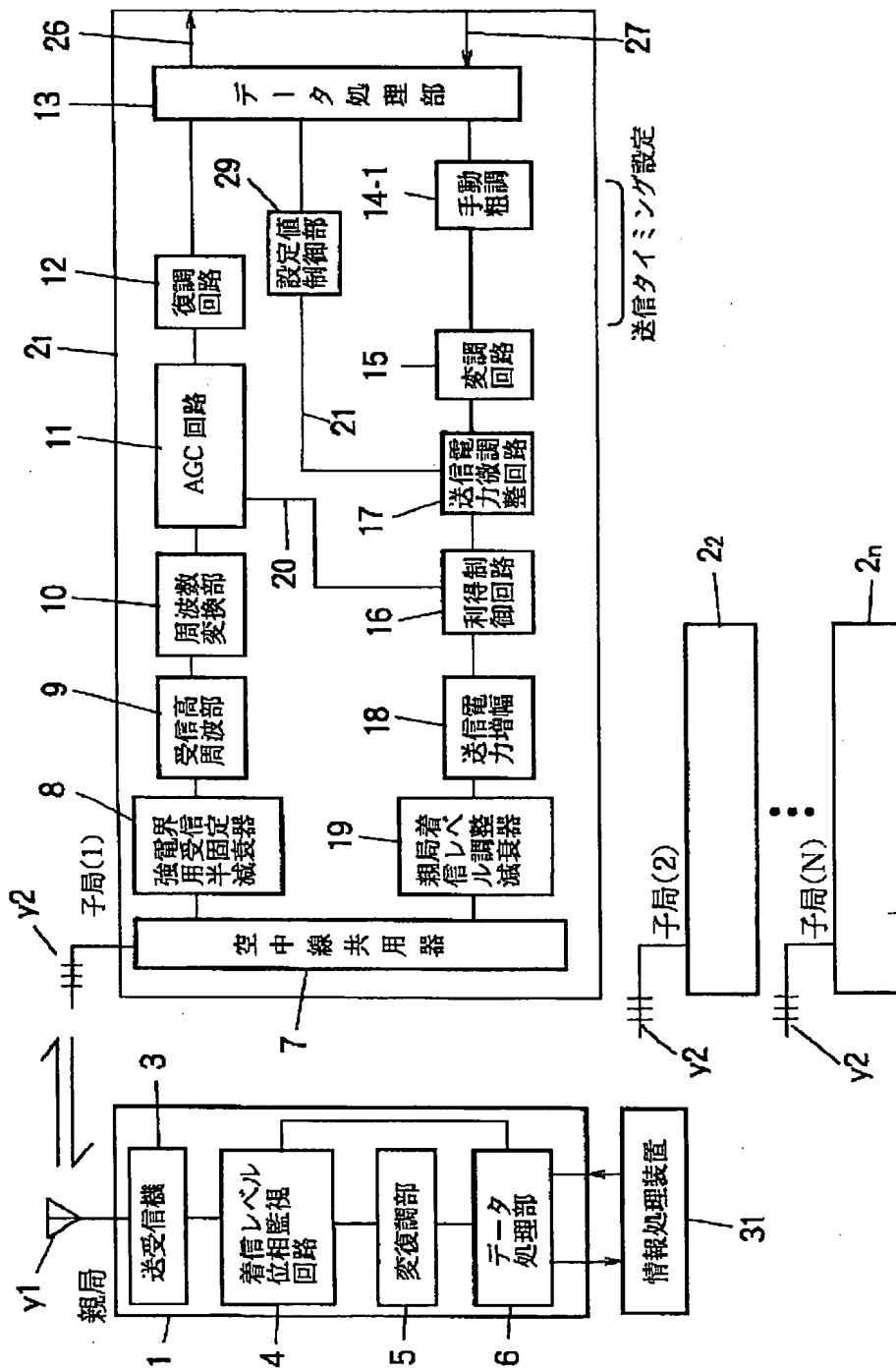


Figure 1 is a block diagram of a radio communication system. The system includes a main station (親局) and multiple sub-stations (子局(1) to 子局(N)).

The main station (親局) consists of the following components:

- Receiving Section (1-6):**
 - 1: Antenna
 - 3: Receiving/Transmitting Unit
 - 4: Phase-Locked Loop (PLL)
 - 5: Frequency Converter
 - 6: Data Processor
- Transmitting Section (7-27):**
 - 7: Common Line
 - 8: Power Amplifier
 - 9: Frequency Converter
 - 10: AGC Unit
 - 11: Receiver
 - 12: Data Processor
 - 13: Frequency Converter
 - 14-1: Transmitter
 - 15: Frequency Converter
 - 16: Power Amplifier
 - 18: Frequency Converter
 - 20: Control Unit
 - 27: Data Processor

The sub-stations (子局(1) to 子局(N)) are connected to the main station via a common line (22). Each sub-station includes a receiving section (21-2n) and a transmitting section (23-2n).

The receiving section (21-2n) includes:

- 21-2n: Antenna
- 22-2n: Receiving/Transmitting Unit
- 23-2n: Phase-Locked Loop (PLL)
- 24-2n: Frequency Converter
- 25-2n: Data Processor

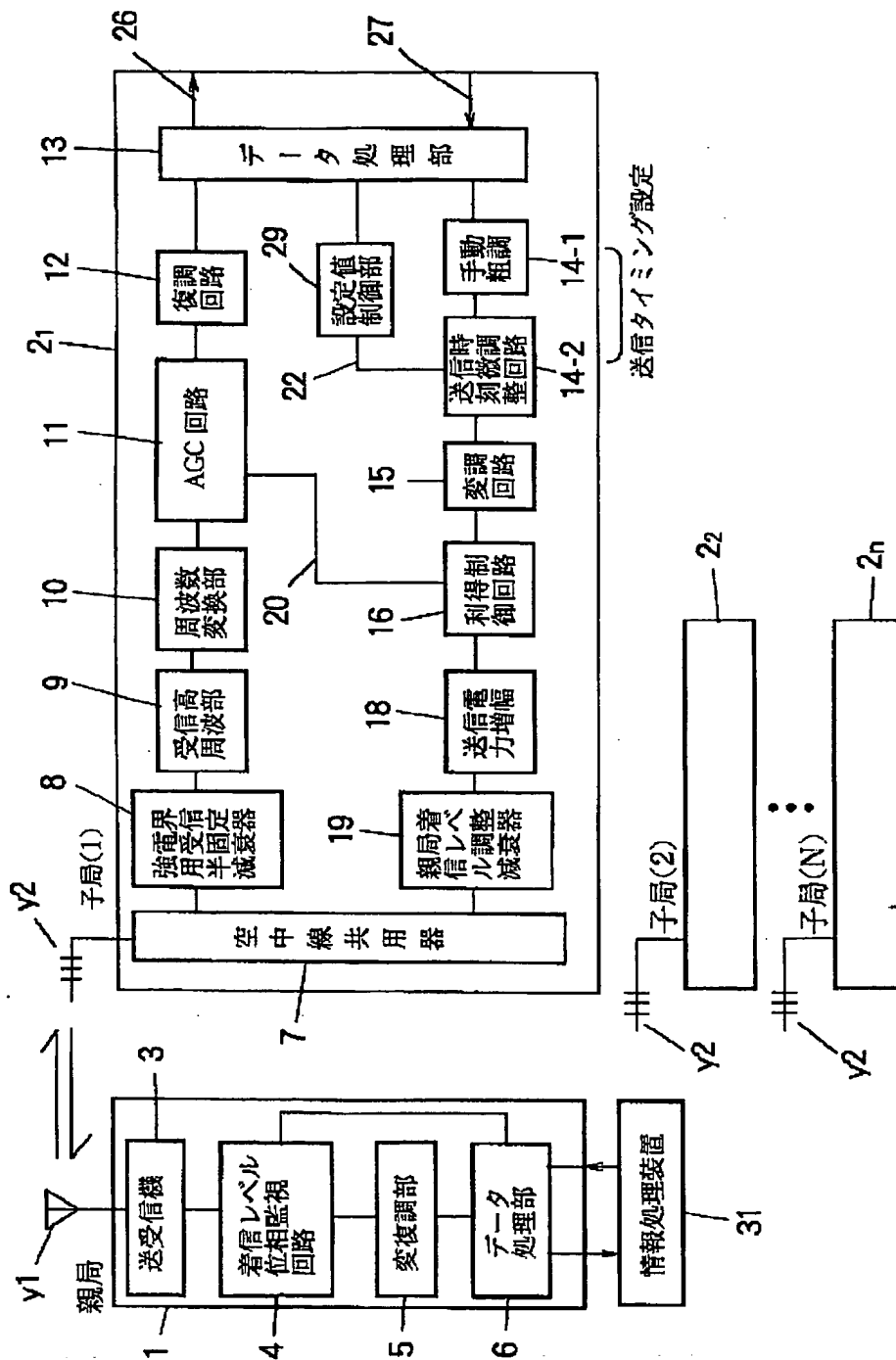
The transmitting section (23-2n) includes:

- 26-2n: Power Amplifier
- 27-2n: Frequency Converter
- 28-2n: AGC Unit
- 29-2n: Receiver
- 30-2n: Data Processor
- 31-2n: Frequency Converter
- 32-2n: Transmitter
- 33-2n: Power Amplifier

The control unit (20) manages the system, including the frequency converter (14-1), the transmitter (15), the frequency converter (16), the power amplifier (18), and the data processor (27).

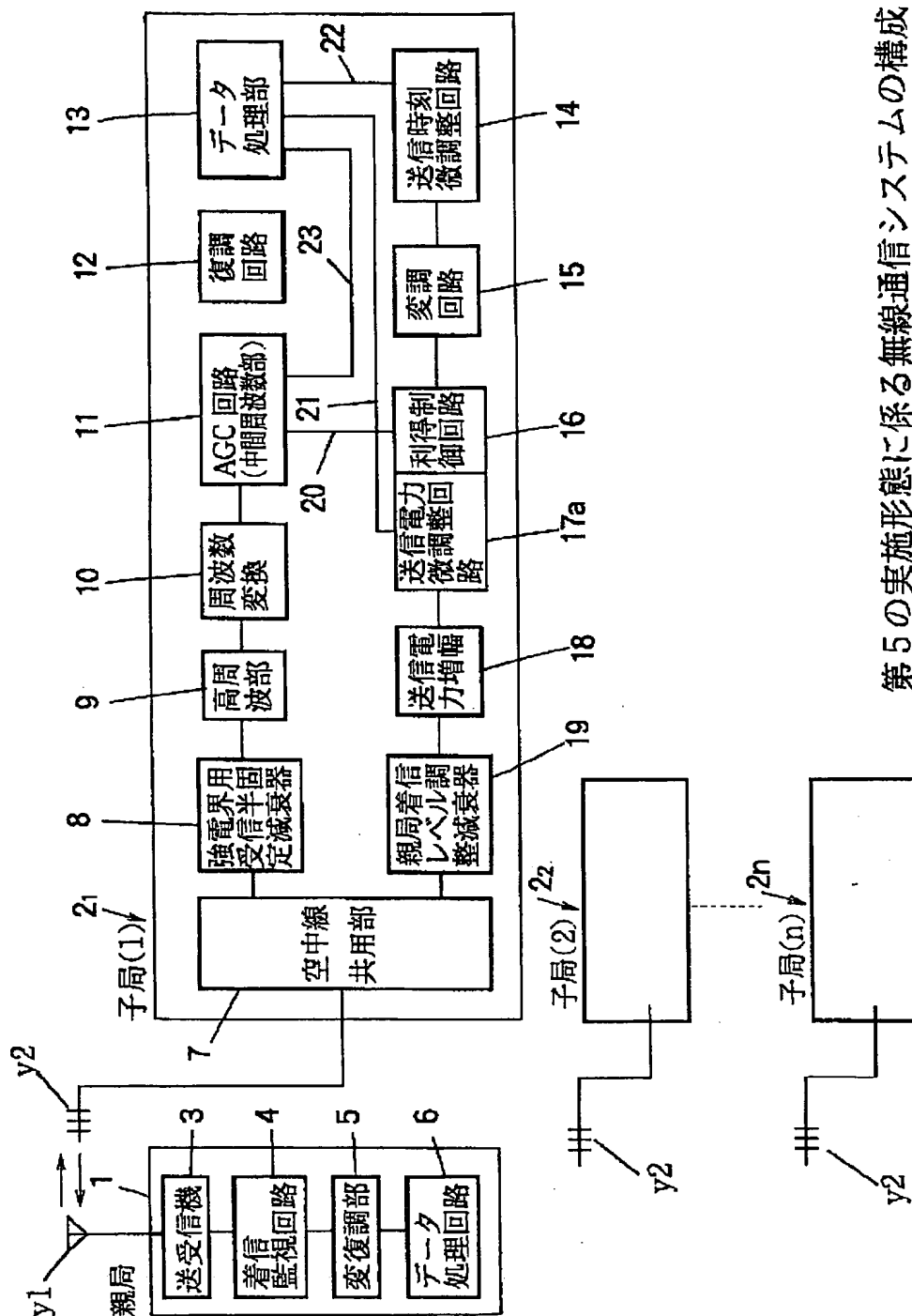
第3の実施形態に係る無線通信システムの構成

【图 8】

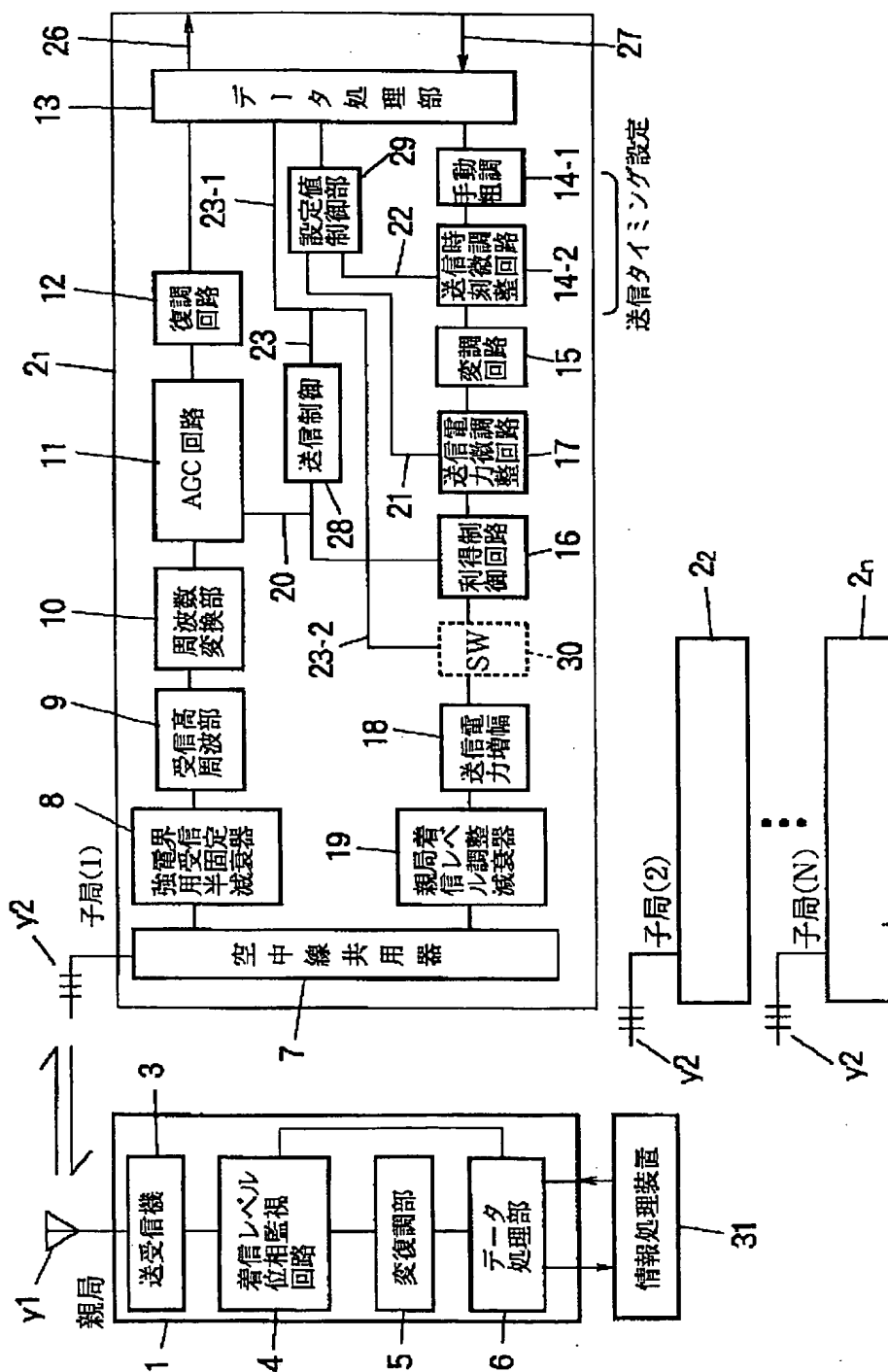


第4の実施形態に係る無線通信システムの構成

第5の実施形態に係る無線通信システムの構成

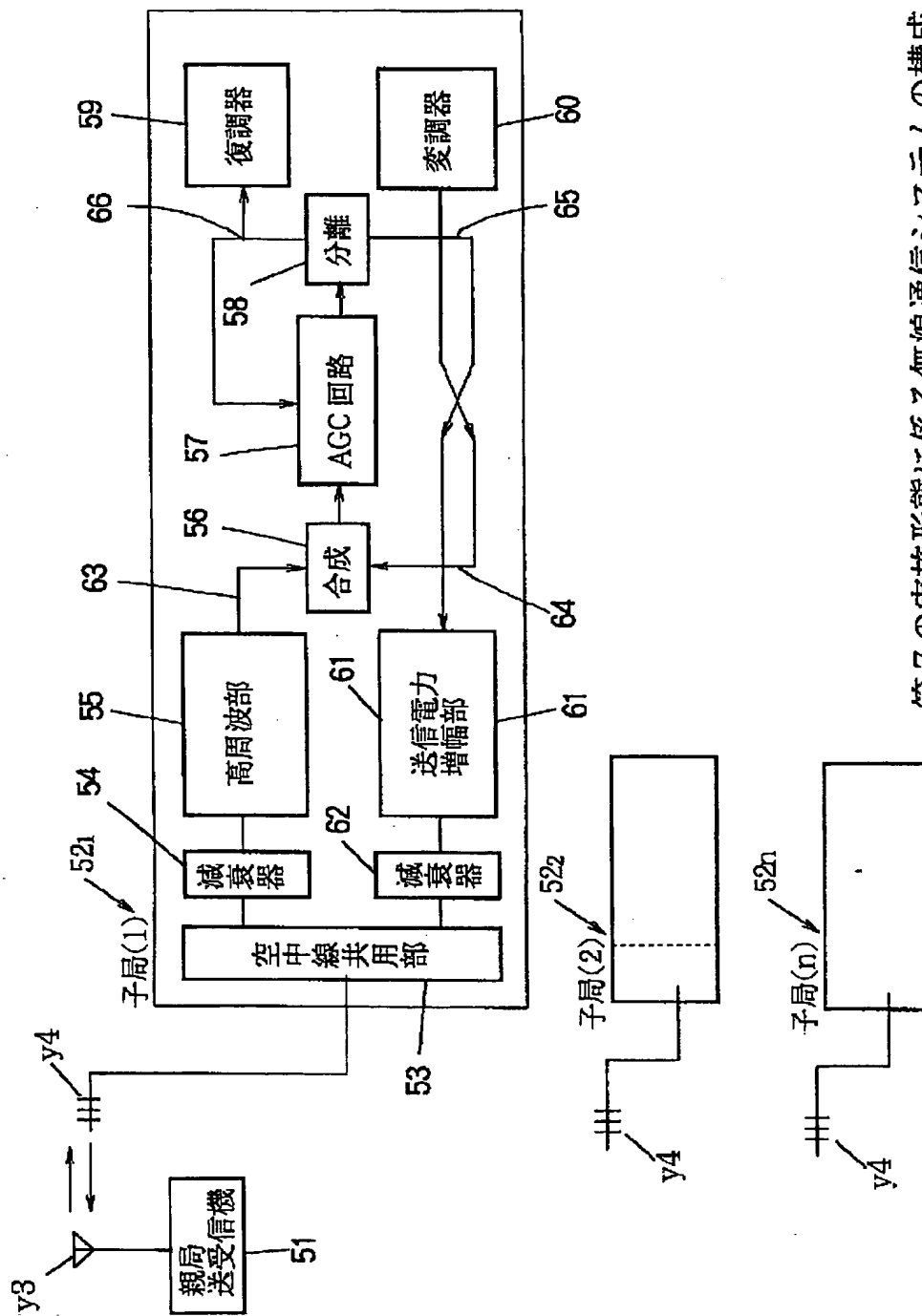


【図11】



第6の実施形態に係る無線通信システムの構成

【図12】



第7の実施形態に係る無線通信システムの構成

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.